

КУРИКУЛУМ КАО ПОДРШКА ИСТРАЖИВАЧКОМ ПРИСТУПУ У УЧЕЊУ ХЕМИЈЕ

Биљана Томашевић*, Драгица Тривић и Снежана Бојовић
Хемијски факултет, Београд

Анстракт. Један од главних разлога ниског постигнућа наших ученика на међународним тестирањима је одсуство функционалног, применљивог знања. Формирање таквог знања захтева промену уобичајеног начина реализације наставе (преношење готових знања) у учење кроз извођење једноставних истраживања и практични рад. С обзиром на то да се настава, као организован процес, одвија у унапред утврђеним оквирима, који се на националном нивоу уређују и регулишу наставним програмима, подразумева се да овакав приступ мора проистећи управо из наставних програма, што у нашој образовној пракси није случај. Циљ рада био је да се утврди на који начин се овакав приступ у настави и учењу хемије може подржати наставним програмом, како би постао део редовне наставне праксе на националном нивоу. У раду је приказано како се различитим структурним компонентама курикулума из осам различитих образовних система (четири европске државе, једне азијске државе, две америчке савезне државе и једне канадске покрајине) промовише и подржава важност истраживачког рада у настави и учењу хемије. Курикулуми Словеније, Енглеске, Данске, Малте, Сингапура, Северне Каролине, Јуте и Онтарија, анализирали су да би се утврдило које информације пружају у оквиру структурних компоненти и према томе, како свака компонента промовише истраживачки приступ учењу хемије, како води наставника у планирању таквих активности у учионици, организовању и извођењу наставе, праћењу и процењивању постигнућа ученика. *Кључне речи:* курикулум, циљеви, исходи, стандарди, праћење и процењивање ученичких постигнућа.

Увод

Како учинити ефикаснијим процес наставе и учења хемије, односно омогућити већини ученика да формирају релевантна и трајна знања и вештине, применљива у новим ситуацијама? Одговор треба тражити у методама наставе и учења, и то оним које одговарају научном методу, односно начину сазнавања у природним наукама. Другим речима, овај рад се бави истраживачким приступом у учењу садржаја хемије, али из једног посебног угла. Циљ рада био је да се утврди на који начин се

* E-mail: bsteljic@chem.bg.ac.rs

овакав приступ у настави и учењу хемије може подржати наставним програмом, како би постао део редовне наставне праксе на националном нивоу. Овако формулисан циљ проистекао је на основу ниског нивоа постигнућа наших ученика из природних наука (хемије) на међународним тестирањима, TIMSS и PISA (Šišović, 2005; PISA 2006, 2007), на којима се очекују знања и способности која се формирају управо кроз извођење једноставних истраживања. С обзиром на то да се настава, као организован процес, одвија у унапред утврђеним оквирима, који се на националном нивоу уређују и регулишу наставним програмима, отвара се питање како се кроз компоненте програма може подржати истраживачки рад у настави хемије као начин учења који води трајнијим и применљивијим знањима.

О истраживању у оквиру наставе хемије (и природних наука уопште) може се говорити на два начина: као о методи наставе и учења и као о исходу (Abd-El-Khalick *et al.*, 2004). Када се говори о истраживању као исходу, подразумева се да ученик може да изводи истраживање у контексту садржаја природних наука, формирајући тако научно знање и разумевање саме природе природних наука и одговарајуће истраживачке способности (способност идентификовања проблема, постављања релевантних питања за истраживање, планирања и извођења истраживања, формулисања, излагања и одбране хипотеза, модела и објашњења добијених резултата).

Да бисмо остварили постављени циљ, издвојили смо наставне програме различитих образовних система у којима је истакнута важност реализације наставе природних наука кроз истраживање и анализирали смо како је такав приступ подржан различитим компонентама програма. У наставку рада уместо термина „наставни програм“ користимо термин „курикулум“ зато што тај документ у свету, за разлику од наставних програма у нашој земљи, уређује и регулише целокупан процес образовања. Виђење наставног програма у нашој земљи још увек је сведено на листу садржаја (Ivić, 1996), тако да су и досадашње реформе наставног програма углавном обухватале садржај. При томе се дешавало да се додате компоненте као што су „услови за извођење наставе“ или „дидактичко-методичка упутства“ изоставе или занемаре при публикацији докумената. И актуелни програми хемије у гимназији, донети пре скоро 20 година (Program za I razred gimnazije, 1990; Program za II, III, IV razred gimnazije, 1991), само су спискови наставних тема у којима нема никаквих додатних информација о планирању и извођењу наставе. У делу заједничком за све разреде, *Начини остваривања програма, упутство*, дате су само опште смернице које се односе уопште

на наставу хемије, али недовољне су да наставнике детаљније упуте у начине реализације наставе у свим разредима.

Може се рећи да курикулум представља целокупно планирано учење за које је школа одговорна, односно целокупно искуство учења под школским руковођењем, које обезбеђује формирање планираних знања и способности (Marsh & Willis, 2003). Под курикулумом се подразумева званични документ, план који садржи теорије, уверења и намере везане за школу, наставу, учење и знање (Cuban, 1992). Најчешће се овај документ означава као отворени, експлицитни курикулум (*overt, explicit or written curriculum*), али и као предвиђени курикулум, препоручени, усвојени или званични (*intended curriculum, recommended, adopted, official*). Неки курикулуми садрже упутнице на додатне (помоћне) материјале и упутства који су јавно предложени као подршка пракси у школи.

У погледу степена структурираности курикулум може бити:

- *отворени курикулум* који се ограничава, пре свега, на наставне циљеве, укључујући њихову синтезу, образовне и васпитне наставно-циљне планове; у наставниковој надлежности остаје да такав наставно-циљни образовни и васпитни план на одговарајући начин прилагоди конкретним наставним околностима,

- *затворени курикулум* (*teacher proof curriculum*) у коме је унапред детаљно одређен и прописан целокупан наставни процес, не узимајући у обзир конкретне наставне околности (Kroftlić, 1997).

На развој курикулума хемије од почетка су утицали место и значај хемије у подручју природних наука и међусобни однос појединачних предмета у овом подручју (Sheppard & Robbins, 2006). Најважнија компонента курикулума кроз коју се одсликава развој овог документа јесу циљеви (Lloyd, 1992). Током времена неки циљеви су опстајали непромењени и могу се сажети у исказ да ученици треба да науче *шта хемичари раде и како раде*. Током 20. века додавани су различити циљеви, углавном према виђењу како се мењају потребе образовања ученика. Седамдесетих година циљеви су били усмерени на етичке и друге вредности. Осамдесетих година обухватили су способности решавања проблема. Циљеви су постајали критеријуми за избор садржаја, развијање додатних инструкција и проверавање ученичких постигнућа. Након повећавања обима садржаја, дошло се до тога да промене морају уследити у начину учења који захтева и промене у методама наставе и проверавања знања. Након првог дефинисања циљева о прецизном посматрању и тачном расуђивању, циљеви о развијању вештина у различитим процесима „научног истраживања у учионици“ формулисани су у све разрађенијем и детаљнијем виду.

Истраживање које је изведено с циљем да се на основу прегледа научне литературе издвоје основне препоруке за припрему и развој курикулума хемије за средњошколски и универзитетски ниво (Mbajiorgu & Reid, 2006), као резултат је дало препоруке за решавање следеће четири групе питања: коме је намењена хемија, који садржаји треба да буду заступљени, како треба изводити наставу хемије, како проверавати знање. Међу наведеним препорукама су и да курикулум хемије треба да нуди право искуство решавања проблема и да укључује правилан лабораторијски рад.

У периоду док је најважнија и основна идеја у припреми курикулума природних наука била избор садржаја, садржај је одређивао циљеве које треба испунити и активности које треба спровести у одељењу. Велике промене у формирању курикулума природних наука поклопиле су се са револуцијом у педагошкој психологији (од Пијажеа до когнитивних теорија). Један од главних циљева курикулума у Нафилдовом пројекту (Nuffield projects), било је померање наставе природних наука из уџбеника у лабораторије, уз истицање важности процеса долажења до знања и улоге истраживања у изучавању природних наука. Уважавајући савремене теорије педагогије и психологије, развијали су се специфични модели за когнитивни приступ методици школских предмета природних наука (Adúriz-Bravo *et al.*, 2003).

Испитивано је мишљење наставника хемије (и природних наука) о циљевима, методама наставе и учења, о положају науке, и о потребној оријентацији курикулума природних наука (Cheung & Ng, 2000). Наставници су исказивали своје слагање са карактеристикама појединих оријентација курикулума. Највеће слагање исказано је са курикулумом оријентисаном ка когнитивним процесима у коме је акценат на процесу учења, уместо на садржају, а ученици кроз научно истраживање развијају когнитивне способности. Најмање слагања било је са хуманистички оријентисаним курикулумом према коме ученици бирају теме и редослед учења, с намером да имају корист у побољшању личног живота.

У курикулумима природних наука у свету различити појмови се доводе у везу са истраживањем. Говори се о научном процесу, научном методу, експерименталном приступу, решавању проблема, формулисању хипотеза, припреми експеримента, прикупљању и анализирању података и извођењу закључака, извођењу појмовног разумевања, испитивању ограничења научног објашњења, методолошким стратегијама, знању као „привременој истини“, практичном раду, истраживању питања, независном мишљењу, креативним способностима и практичним (мануелним) активностима.

У наставку рада приказано је како се различитим структурним компонентама курикулума из осам држава, односно савезних држава и покрајина (Словенија, Енглеска, Данска, Малта, Сингапур, Северна Каролина, Јута и Онтарио), у којима је истакнута важност истраживачког рада у настави и учењу хемије, промовише и подржава такав приступ. Документи су анализирани да би се утврдило које информације пружају у оквиру структурних компоненти и према томе, како свака компонента промовише истраживачки приступ учењу хемије, како води наставника у планирању таквих активности у учioniци, организовању и извођењу наставе, праћењу и процењивању постигнућа ученика. Анализирани су курикулуми за средњошколски ниво образовања.

Увод курикулума: подршка истраживачком приступу

На почетку свих докумената даје се кратак опис курса или *увод* у коме је дефинисан предмет изучавања хемије и њен значај. У документима се истиче значај научне писмености за све ученике, без обзира на различита интересовања, различите нивое успешности у овој области и избор будућег занимања. Иако већина ученика неће постати научници, наглашава се да су научна писменост, као део општег образовања и способности које се могу формирати учењем природних наука неопходни у будућем, технолошки све комплекснијем свету. У уводу курикулума Северне Каролине истакнуто је да је развој ученика најбољи када се учење организује по узору на начин сазнавања у науци (North Carolina Standard Course of Study, 2004). Наглашена је важност лабораторијског рада, планирање и извођење експеримената повезаних са реалним проблемима, извођење истраживања, учествовање у дебатама, као и разговори са личностима из науке.

Циљеви: подршка истраживачком приступу

Иако се по нивоу општости и разради међусобно разликују циљеви наставе хемије у разматраним курикулумима, њима се истичу слична знања и способности које треба формирати у оквиру средњошколског образовања (Томашевић, Trivić i Војовић, 2007, 2008). Тако, на пример, у свим курикулумима постоје циљеви који се односе на оспособљавање за учење кроз истраживање. Овим циљевима истакнуто је да ученици треба да упознају:

- методологију истраживања (припрема експеримента, прикупљање података, анализа података, извођење и вредновање закључака);

• значај и примену научних метода истраживања и значај тачности при експериментисању.

Осталим циљевима, заједничким за све курикулуме, прецизира се развијање знања и вештина потребних за остваривање горе наведена два циља, тј. за планирање, постављање и извођење експеримента, за посматрање и коришћење инструмената ради прикупљања података, за процену евентуалног ризика и грешке, за обраду података, организацију, интерпретацију и евалуацију резултата истраживања у циљу доношења одлука и решавања проблема, као и стално унапређивање ових вештина.

Циљевима се посебно истиче потреба за правилан и безбедан лабораторијски рад, одговорно руковање хемикалијама, знање процедура у случају опасности у лабораторији, као и демонстрирање безбедног рада избором и применом одговарајућих техника руковања, складиштења и одлагања лабораторијског материјала и коришћењем адекватне личне заштите.

С обзиром на то да је важан део истраживачког рада коришћење различитих извора, у циљевима се истиче да ученици треба систематски да прикупљају податке и информације из различитих стручних и научних извора, користећи информационе и комуникационе технологије, штампане, лабораторијске и електронске изворе, укључујући Интернет сајтове.

*Табела 1: Операционализација циља:
увођење у методологију истраживања
(Novi in prenovljeni srednjoškolski izobraževalni programi, 2006)*

Припрема експеримента што значи да ђаци:	Прикупљање података што значи да ђаци:	Анализа чињеница, извођење и вредновање закључака што значи да ђаци:
без наставникове помоћи припремају експеримент,	показују потребне експерименталне вештине,	знају како се представљају квалитативни и квантитативни подаци,
на основу резултата експеримента постављају претпоставке	запажају и мере квантитативне податке,	податке представљају графички и уочавају правилности,
разликују променљиве и константе,	закључују о статистичким параметрима и о исправности закључака,	изводе логичне закључке,
бирају одговарајућу и безбедну опрему за експеримент,	познају начине бележења добијених података.	процењују колико се закључци поклапају са претпоставкама,
сазнају како на основу знања прерадити личне идеје тако да их је могуће експериментално проверити.		закључке објашњавају на основу знања,
		процењују исправност закључака.

Међу циљевима који се односе на хемијску писменост налазе се и они којима се прецизира описивање процедура и приказивање резултата истраживања у писаној или електронској форми, у виду табела, графика и лабораторијског извештаја.

У Табели 1 приказан је пример операционализације циља *увођење у методологију истраживања* из курикулума Словеније (Novi in prenovljeni srednješkolski izobraževalni programi, 2006) који се односи на припрему експеримента, прикупљање и анализу података.

Исходи: подршка истраживачком приступу

У неким курикулумима исходи обједињују постигнућа на крају процеса наставе и учења и представљају укупне, опште исходе, док неки садрже и детаљније разрађене исходе. Пример за такав приступ је курикулум природних наука у Онтарију (The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science, 1999; Grades 11 and 12: Science, 2000). У њему су наведени исходи за сваку наставну тему, кроз све разреде, у категоријама *општа (укупна) очекивања* и *специфична очекивања*. Очекивања се односе на: разумевање основних појмова науке, развијање вештина, стратегија и начина мишљења неопходних за научна истраживања, повезивање науке са технологијом, друштвом и околином. У Табели 2 приказана су општа очекивања у вези с *развијањем вештина, стратегија и начина мишљења* и конкретизација исхода који се односи на испитивање физичких и хемијских својстава елемената. Слично су конкретизовани и остали општи исходи.

Значај истраживања посебно је истакнут у курикулуму Енглеске за предмет Science (National Curriculum, 2007). Овај пример курикулума другачији је од осталих јер су у првом плану начини и процеси којима треба усвајати све садржаје. Акценат је на оспособљавању ученика да научним методама и техникама, практичним и истраживачким поступцима проучавају и објашњавају појаве. У Табели 3 је приказано шта ученици узраста од 14 до 16 година треба да науче у оквиру овог предмета, а једна од тема садржаја је *Хемијско понашање материјала*. Основна идеја овог курикулума је да знања и вештине о начину функционисања науке (подаци, чињенице, докази, теорије, објашњења, практичне и истраживачке вештине, комуникација, примена науке) треба повезати са садржајима о хемијској промени, правилностима које у тим процесима постоје, о новим супстанцама које настају и о својствима која одређују њихову примену.

Табела 2: Општа очекивања у вези с развијањем вештина, стратегија и начина мишљења и конкретизација исхода који се односи на испитивање физичких и хемијских својстава елемената

Општа очекивања Ученици треба да:	Специфична очекивања До краја курса, ученици треба да:
1. испитују физичка и хемијска својства елемената и једињења и користе Периодни систем у циљу предвиђања својстава елемената;	1.1. приликом истраживања и примене основних појмова: <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирају познавање рада у лабораторији и примену неопходних сигурносних мера (нпр. ношење заштитних наочара, одржавање уредних и чистих радних места, познавање поступака у случајевима опасности, исправно руковање опремом и хемикалијама итд.); • формулишу питања о физичким и хемијским својствима елемената и једињења; • покажу вештине потребне за планирање и извођење експеримента, сигурно, тачно и ефикасно користе инструменте, опрему и апаратуру; • одаберу и интегришу информације из различитих извора у циљу проналажења одговора на постављено питање; • сакупе и представе квалитативне и квантитативне податке у одговарајућем формату и анализирају податке да би објаснили како прикупљени докази потврђују или оспоравају претпостављену хипотезу; • дискутују о научним идејама, процедурама, резултатима и доносе закључке користећи SI систем јединица, правилно употребљавајући појмове;
2. осмисле експерименте ради истраживања хемијских реакција, користећи стандардне процедуре и дискутују о резултатима;	
3. истраже хемијске реакције у лабораторији, анализирају их према типу и реактивности полазних супстанци и користе адекватне формуле и симболе за представљање структуре и веза у молекулима;	
4. изводе експерименте и израчунавања базирана на квантитативним односима у хемијским једначинама;	
5. изводе експерименте и решавају задатке у вези са растворима;	
6. експериментално истраже везу између притиска, запремине и температуре гаса и решавају задатке у вези с гасним законима;	
7. истраже особине угљоводоника и примене калориметријске технике за израчунавање промене енергије;	
8. експериментално истраже особине различитих органских једињења, предвиде производе реакција, именују их и напишу њихову структуру;	
9. одреде промену енергије при физичким и хемијским процесима користећи експерименталне податке и израчунавања;	
10. истраже понашање различитих система у стању равнотеже и решавају задатке у вези са законом хемијске равнотеже;	
11. направе и објасне функционисање једноставне електролитичке ћелије и галванског елемента; решавају задатке у вези с електролизом;	1.2. формулишу дефиниције променљивих и физичких величина у хемијској реакцији (маса, запремина); 1.3. припремају и изводе експерименте да би одредили физичка својства (боја, промена агрегатних стања, растворљивост) и хемијска својства (запаљивост, реакција са водом) супстанци које свакодневно користе у лабораторији (угљеник, восак, бакар(II)-нитрат...);
12. истраже и упореде својства чврстих супстанци и течности и користе теорију везе у циљу предвиђања облика једноставних молекула.	1.4. користе молекулске моделе за представљање структуре једноставних молекула (H_2, O_2, H_2O, NH_3, CH_4, CO_2);
	1.5. користе одговарајуће податке при представљању елемената, укључујући атомски и масени број.

*Табела 3: Очекивани резултати
у оквиру теме Хемијско понашање материјала*

О подацима, доказима, теоријама и објашњењима ученици треба да науче :	Од практичних и истраживачких вештина ученици треба да науче да:	Од комуникацијских вештина ученици треба да науче да:	О примени науке ученици треба да науче:
како се прикупљају и анализирају подаци;	планирају како да провере научне идеје, одговоре на питања и реше научни проблем;	анализирају, тумаче, примењују и испитују научне информације и идеје;	о примени савремених научних и технолошких достигнућа, користима, незгодама и ризицима;
како се обрађују подаци и на основу тога проверавају идеје и развијају теорије;	прикупљају податке из примарних и секундарних извора, укључујући и изворе и средства информационо-комуникационих технологија;	примењују квалитативне и квантитативне приступе;	како да разматрају и доносе одлуке које се односе на науку и технологију, укључујући и етичка питања, и друштвене, економске и еколошке ефекте таквих одлука;
како се објашњавање појава заснива на примени научних теорија, модела и идеја;	раде тачно и безбедно, самостално или са другима при прикупљању података из прве руке;	представљају информације, развијају аргументе и извлаче закључке, примењујући научни, технички и математички језик и симболе и средства информационо-комуникационих технологија.	како се неизвесност у начном знању и идејама мења током времена и каква је улога научне јавности у потврђивању тих промена.
Да постоје питања на која наука тренутно нема одговор.	процењују методе прикупљања података узимајући у обзир њихову вредност и поузданост.		

*Садржаји и упутства за њихову реализацију:
подршка истраживачком приступу*

Већина разматраних курикулума, поред циљева и исхода, садржи списак наставних тема и/или списак наставних јединица. У неким су наведене смернице за избор садржаја којима се истиче да наставни предмет Хемија мора имати одлике хемијске науке и њеног научног приступа. Тако је, на пример, у програму Северне Каролине (North Carolina Standard Course of Study and Grade Level Competencies, 2004) наведено да због подржавања истраживачког приступа треба да:

- настава (курикулум) добро одсликава карактеристике (природу) природних наука;
- садржаји буду усмерени на формирање практичних вештина карактеристичних за природне науке.

У анализираним курикулумима акценат је на процесима – како функционише наука (научно мишљење, примена науке, наука као наслеђе друштва и култура, везе међу дисциплинама), кључни процеси

којима се стичу неопходне вештине (практичне и истраживачке вештине, анализа доказа, комуникација).

Научно истраживање. У већини програма постоје делови посвећени значају и обавези реализације наставе хемије кроз *научно истраживање*, да се учењем хемије омогући развој способности извођења научног истраживања и развијање знања и вештина потребних за дефинисање и експериментално решавање проблема. Истраживање као централни део учења хемије омогућава отвореност за постављање питања и тражење одговора, постављање и извођење експеримената, упоређивање резултата, осмишљавање поступака и идентификовање зависности између варијабли.

Улога експеримента. У неким програмима, у делу *опште методичке напомене* или *упутства/инструкције*, објашњава се неизоставна улога експеримента, важност проблемског приступа у усвајању градива, важност оспособљавања за посматрање, опажање, повезивање узрока и последица, постављање хипотеза, повезивање са теоријским објашњењима и комуницирање језиком хемије. На овај начин наставницима се сугерише који битни елементи би требало да буду уграђени у приступ реализацији наставе хемије. У средњој школи садржаји се надовезују на појмове обрађиване у основној школи, што подразумева понављање стеченог знања. У грађењу нових појмова потребно је подстицати ученике да самостално закључују о својствима супстанци и да прикупљају податке из експеримената. На основу експеримената се закључује о својствима супстанци, прикупљају се подаци, уочавају се зависности међу констатама и променљивим величинама и доказују почетне хипотезе и теорије. Изводећи експерименте, самостално или са наставником, ученици се налазе у средишту процеса усвајања знања, а непосредно учествујући постају сами одговорни за сопствено учење. Такође је важно учешће ученика у припреми демонстрационих огледа које изводи наставник.

Формирање појмова. При постављању експеримента не треба заборавити да се појмови по правилу развијају на основу примера и зато експерименте увек треба изводити упоредо са објашњењима. Тиме се развијају способности запажања и бележења битног, развијају се виши процеси сазнавања, формирају се и обликују везе међу појавама, што омогућава проналажење или прихватање теоријских објашњења посматраних појава.

Међутим, све информације се не могу добити из експеримената и зато треба проналазити и користити и друге изворе података (на пример, уџбенике, енциклопедије, часописе). Улога наставника је да уче-

ницима предочи могуће изворе, да их води у тражењу информација и у њиховом вредновању. При повезивању експерименталних опажања или података из литературе са теоријским објашњењима, требало би примењивати технике визуелизације, да би се учврстиле везе између микроскопских разлога и макроскопских појава.

У препорукама о проблемском излагању градива истиче се важност постављања проблема повезаних са интересовањима ученика, као и учешћа свих ученика у заједничком тражењу задовољавајућих одговора. У неким инструкцијама за реализацију наставе објашњава се и обавеза вођења и попуњавања дневника практичних радова.

Формирање карактерних особина личности ученика. У неким програмима истакнут је значај наставе хемије у развијању особина карактера: поштење, дисциплинованост, тачност, одговорност, храброст, обзирност, спремност за сарадњу и тимски рад. Ове особине развијају се и при лабораторијском раду.

У курикулуму Малте (Chemistry, Syllabus Form 4, 2006) области су подељене на наставне теме и наставне јединице, уз које су формулисани задаци које треба остварити у настави на следећи начин: објаснити, показати, дефинисати, закључити, описати, демонстрирати и слично.

Поред *обавезних садржаја* у програмима се наводе и *изборни садржаји*, често као листа са које се бирају оређени садржаји. Постоје инструкције да се садржаји бирају на различите начине, да их одређује наставник, ученици или школа, у складу са могућностима школе, потребама околине, компетенцијама наставника, интересовањима и жељама ученика, али да активности у вези с изборним садржајима треба да буду значајне и да се могу организовати као групна истраживања или самостални рад ученика.

Провера знања: подршка истраживачком приступу

Разматрани курикулуми садрже различита упутства о начинима проверавања и о оцењивању. Нека упутства су техничка или организациона и говоре о процедури испита, као и о заступљености обавезних начина провере у коначној оцени.

Критеријуми и стандардизација оцењивања. Ако су у курикулумима циљеви и исходи усмерени ка оспособљавању ученика за истраживачки приступ у процесу усвајања знања, онда курикулум мора имати смернице за њихово праћење и проверу. Такве елементе имају наставни програми Малте (Chemistry Form 5 SEC Syllabus, 2008, Chemistry Form III Syllabus, 2006) и Сингапура (Chemistry GCE Ordinary Level,

Syllabus 5067, 2008). У програму Малте захтеви у вези с провером остварености циљева, односе се и на *способност решавања проблема и извођење експерименталног и практичног рада*. Испитивање у којој су мери ученици *оспособљени да решавају проблеме*, обухвата утврђивање да ли су развили способности да:

- одаберу поступке, планирају и организују једноставна експериментална истраживања ради проверавања хипотеза или решавања проблема;
- обраде податке и изводе израчунавања за које нису предложени поступци;
- препознају обрасце, уоче правилности, дају објашњења и изводе закључке;
- представљају и процењују резултате експеримента и разумеју могућност постојања експерименталне грешке.

Такође се испитује оспособљеност извођења *експерименталног и практичног рада*, чији резултат треба да буде оспособљеност да ученици:

- прате инструкције и одаберу одговарајућу апаратуру за извођење експерименталне вежбе;
- правилно и сигурно рукују хемијским апаратурама и материјалима;
- прецизно мере, јасно и са одређеном тачношћу бележе експерименталне резултате и представљају резултате на различите начине;
- користе експерименталне податке и резултате за извођење закључака;
- предлажу могућа побољшања метода и поступака.

Слична објашњења начина праћења остварености циљева постоје у програму Сингапура. Захтеви су изложени у категоријама: *Знање и разумевање, Манипулисање, примена и размена информација и Експерименталне вештине и истраживање*. У свакој од категорија уопштено су наведени показатељи на основу којих се закључује о испуњености исхода. Конкретнији показатељи остварености циљева дати су уз садржаје (наставне теме). На овај начин се дефинишу знања и вештине које треба усвојити, као и способности које би требало да се развијају посредством одређених садржаја.

Навешћемо и пример курикулума у Јути (Science, Secondary Core Curriculum, Utah State Office Of Education, 2003). После делова у којима су дате основне карактеристике и упутства за извођење наставе хемије (*Тема, Истраживања, Значај, Карактер, Упутства/Инструкције, Мере предострожности и одговарајуће руковање хемикалијама и Нај-*

важнији циљ), следе садржаји шест области, при чему свака има следећу структуру:

- извод (садржај сажет у неколико теза који ученик треба да научи);
- стандард (шта ће ученик у оквиру наставне области научити);
- задаци (детаљније објашњење шта ученик треба да зна или уме да уради);
- показатељи (активности које показују испуњење задатка);
- научни речник (појмови које не треба учити напамет, већ их треба правилно примењивати).

Оцењивање практичног рада. Експериментална природа хемије укључује у проверу ученичког знања и *проверу оспособљености за практичан рад и демонстрацију експерименталних вештина*. У упутствима се наводе практични радови: вежбе које се могу задати, садржаји на које се могу односити питања у пратећем тесту, практичне технике које ће се оцењивати, захтеви у погледу прецизности која се очекује од ученика у читавању запремине и температуре, поступци у квалитативној анализи (запажање промене боје, агрегатног стања, при чему се закључак признаје само ако су тачно забележена запажања). Наводе се спискови потребне опреме, посуђа и хемикалија. Као додаток, прилажу се табеле са свим тестовима за доказивање анјона, катјона и гасова, а често и мере за правилно и безбедно руковање хемикалијама.

Нивои постигнућа. У програму у Онтарију постоји део *Преглед нивоа постигнућа* који садржи описе ученичких постигнућа на четири нивоа успешности за категорије знање/разумевање, истраживачко мишљење, комуникација и примена. За сваку од категорија постоје додатна објашњења, подкатегорије (The Ontario Curriculum Grades 1–12, Achievement Charts, 2004). У Табели 4 дати су делови који се односе на:

- креативно и критичко мишљење и
- примену знања и вештина ради остваривања веза међу различитим контекстима.

Табела 4: Нивои постигнућа из курикулума Онтарија

Категорија	50-59%	60-69%	70-79%
Примена критичког/креативног мишљења (решавање проблема, доношење одлука, научно истраживање)	Примена критичког/креативног мишљења са ограниченим успехом	Примена критичког/креативног мишљења са малим успехом	Примена критичког/креативног мишљења са знатним успехом
Употреба опреме, прибора и материјала - безбедан, сигуран рад и процедуре - тачна употреба	Употреба опреме, прибора и материјала са ограниченим успехом	Употреба опреме, прибора и материјала са малим успехом	Употреба опреме, прибора и материјала са знатним успехом

На примеру програма Малте (Табела 5) илустровано је како изгледају описи критеријума за оцењивање ученика који се односе на истраживачки рад. За најнижу оцену ти захтеви се односе на једноставне процедуре и апаратуре, али не изостају.

Табела 5: Критеријуми за оцењивање у програмима хемије Малте

<p>Да би добили оцену 1, ученици треба да:</p> <ul style="list-style-type: none"> • користе различите апаратуре и инструменте исправно; одређују мерни опсег и потребну прецизност; изводе прецизна мерења, • формулишу хипотезе, планирају истраживања у циљу тестирања хипотезе, идентификују кључне факторе, идентификују вредности које су више од скачу од очекиваних, изводе валидне закључке на основу прикупљених доказа. 	<p>Да би добили оцену 5, ученици треба да:</p> <ul style="list-style-type: none"> • одаберу апаратуру инструменте и изводе једноставне операције; изводе мерења тачно и одговорно; препознају када је потребно поновити мерење; опишу коректно процедуру за операцију која се састоји из неколико корака, • формулишу једноставне хипотезе и тестирају их планирањем и извођењем одговарајућих експеримената, решавају задатке који захтевају више корака, али са ограниченим бројем променљивих, идентификују које кључне факторе треба контролисати; представе прикупљене податке систематично, изводе закључке конзистентне са доказима. 	<p>Да би добили оцену 7, ученици треба да:</p> <ul style="list-style-type: none"> • користе једноставне апаратуре и инструменте при мерењу; прате коректно процедуру за једноставне операције, • препознају која од две попуњене хипотезе објашњава неки сет података; бележе експерименталне резултате табеларно и цртају једноставне графике у којима су осе исправно обележене; предлажу једноставна објашњења у сагласности са прикупљеним доказима.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

У програму гимназије у Словенији, под насловом *Стандарди знања*, наведено је за сваку оцену шта ученик треба да зна, или уме да уради (Novi in prenovljeni srednješkolski izobraževalni programi, 2006). За најмању оцену ученик треба да зна основна начела безбедног руковања хемијским једињењима, која се обрађују у склопу дате обавезне наставне јединице, да својим речима, без помоћи професора, исприча о експерименталним опажањима, или да пронађе податке из литературе и да их представи помоћу унапред припремљене табеле. Према наведеном, за најмању оцену, од ученика се не тражи да уме да изводи експерименте према упутствима, јер тек у опису оцене „добар“ стоји овакав захтев.

Закључак

У раду је приказано како се различитим структурним компонентама курикулума из осам различитих образовних система (Словенија, Енглеска, Данска, Малта, Сингапур, Северна Каролина, Јута и Онтарио) промовише и подржава важност истраживачког рада у настави и учењу хемије.

У анализираним документима постоји сагласност да је научна писменост важна за све ученике, без обзира на различита интересовања, различите нивое успешности у овој области и избор будућег занимања. Такође се наглашава да су способности које се могу формирати учењем природних наука неопходне у будућем, технолошки све комплекснијем свету и да је приступ природним наукама и хемији најбољи када се учење организује по узору на начин сазнавања у науци. То значи да је неопходан лабораторијски рад ученика, планирање и извођење експеримената повезаних с реалним проблемима и извођење свих фаза истраживања.

У анализираним документима, курикулумима хемије, истраживачки приступ је промовисан и подржан кроз различите компоненте чиме се усмеравају наставници у планирању активности у учионици, организовању и извођењу наставе, праћењу и процењивању постигнућа ученика.

Иако су различите општости, циљевима се дефинише да ученици треба да упознају:

- методологију истраживања (припрему експеримента, прикупљање података, анализу података, извођење и вредновање закључака) и
- значај и примену научних метода истраживања и значај тачности при експериментисању.

Осталим циљевима се углавном додатно прецизирају и конкретизују знања и вештине потребне за остављање наведених циљева. Њима се истиче намера оспособљавања ученика за посматрање, прецизно прикупљање и интерпретацију резултата, избор и ефикасно коришћење инструмената за прикупљање података, обраду података и запажања, представљање и процену резултата истраживања, развијање способности организације, интерпретације и процене података у циљу доношења одлука и решавања проблема.

У складу са постављеним циљевима дефинисани су и исходи. Поред оних који се односе на разумевање основних појмова науке, увек су прецизирани и исходи који се односе на развијање истраживачких вештина и способности, стратегија и начина мишљења и извођење практичних процедура. Исходима се наводи да ће ученици кроз наставу хемије испитивати својства супстанци, припремати и изводити експерименте ради истраживања хемијских реакција, експериментално истраживати односе између зависних и независних варијабли, изводити експериментално процедуре, радити самостално или у групи, сигурно и безбедно и слично. И исходи могу бити дефинисани према различитим нивоима општости, тако што се најопштији конкретизују кроз операционализацију, а у односу на садржаје.

У курикулумима у којима садржаји нису у потпуности прецизирани, дају се смернице за њихов избор. Сугерише се да наставни предмет Хемија треба да има одлике хемијске науке и њеног научног приступа и да избор садржаја треба да буду усмерен на формирање практичних вештина карактеристичних за природне науке и хемију.

У инструкцијама за реализацију наставе, општим и методичким напоменама, упутствима, посебно се обрађује важност и улога експеримента. Често садрже предложене вежбе и експерименте у оквиру којих су, због развијања практичних и истраживачких вештина, наведени и задаци формулисани као: објаснити, показати, дефинисати, закључити, описати, демонстрирати и слично.

Прецизни и детаљни исходи олакшавају процес праћења и процењивања ученичких постигнућа. У упутствима о начинима проверавања знања наводе се критеријуми за оцењивање оспособљености ученика за извођење експерименталног и практичног рада, оспособљености да решавају проблеме и слично. Ово може бити дефинисано кроз описе постигнућа за добијање одређене оцене, кроз дефинисане стандарде или нивое постигнућа.

Приказане структурне компоненте курикулума из осам земаља пружају смернице за промену концепције наставног програма хемије за средњу школу у нашој земљи. На првом месту требало би променити оријентацију наставног програма, да он буде усмерен на процесе, уместо на садржај, а затим промовисати истраживачки приступ као начин учења кроз сваку компоненту наставног програма.

Напомена. Текст је резултат рада у оквиру пројекта „Настава хемије и историја науке и наставе у Србији – 149028Г“ (2006-2010), подржаног од стране Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Коришћена литература

- Abd-El-Khalick, F., S. Boujaoude, R. Duschl, N.G. Lederman, R. Mamlok-Naaman, A. Hofstein, M. Niaz, D. Treagust & H.L. Tuan (2004): Inquiry in science education: international perspectives, *Science Education*, 88, 397-419.
- Adúriz-Bravo, A., R.A. Duschl & M. Izquierdo Aymerich (2003): Science curriculum development as a technology based on didactical knowledge, *Journal of Science Education*, 4, 64-69.
- Chemistry Form 5 SEC Syllabus*. Retrieved 2008 from the World Web Wide <http://home.um.edu>.
- Chemistry Form III Syllabus*, Education Division, Department for Curriculum Management. Retrieved 2006 from the World Web Wide <http://www.curriculum.gov.mt/pages/main.asp?psec=4&sec=33>

- Chemistry GCE Ordinary Level, Syllabus 5067*. Curriculum Planning & Development Division Ministry of Education. Retrieved 2008 from the World Web Wide <http://www.moe.gov.sg/>
- Chemistry Syllabus Form 4*. Retrieved 2006 from the World Web http://curriculum.gov.my/docs/syllabus_chemistry_f4.pdf
- Cheung, D. & P.H. Ng (2000): Science teachers' beliefs about curriculum design, *Research in Science Education*, 30, 357-375.
- Cuban, L. (1992): Curriculum stability and change; in P. Jackson (ed.): *Handbook of Research on Curriculum*. American Educational Research Association.
- Ivić, I. (1996): A draft of a necessary curriculum theory; in G. Zindović-Vukadinović & S. Krnjajić (eds.): *Towards a modern learner – centred curriculum*. Belgrade: Institute for Educational Research, UNESCO, UNICEF.
- Krofić, R. (1997): Nastavno-ciljno i procesno-razvojno planiranje kurikula; u A. Barle Lakota i K. Bergant (prir.): *Kurikularna obnova* (107-119). Ljubljana: Nacionalni kurikularni Svet.
- Lloyd, B.W. (1992): A review of the curricular changes in the general chemistry course during the twentieth century, *Journal of Chemical Education*, 69, 633-637.
- Marsh, C.J. & G. Willis (2003): *Curriculum: alternative approaches, ongoing issues*. Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall.
- Mbajorgu, N. & N. Reid (2006): *Factors Influencing Curriculum Development in Chemistry, Physical Sciences Centre, Department of Chemistry University of Hull*. Higher Education Academy Physical Sciences Centre.
- National Curriculum (2007). Retrieved from the World Web Wide <http://curriculum.qca.org.uk/index.aspx>
- North Carolina Standard Course of Study and Grade Level Competencies (2004). Retrieved from the World Web Wide <http://www.ncpublicschools.org/curriculum/nscos>
- Novi in prenovljeni srednješkolski izobraževalni programi (2006). Retrieved from the World Web Wide <http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2006/programi/index.html>
- PISA 2006: *Science Competencies for Tomorrow's World*, Vol. 1 (2007): Programme for International Student Assessment, OECD.
- Program za I razred gimnazije (1990). *Službeni glasnik SR Srbije – Prosvetni glasnik*, Br. 5, 44-45.
- Program za II, III, IV razred gimnazije (1991). *Službeni glasnik SR Srbije – Prosvetni glasnik*, Br. 3, 195-200.
- Science, Secondary Core Curriculum, Utah State Office Of Education. Retrieved 2003 from the World Web Wide <http://www.schools.utah.gov/curr/core/corepdf/Scie9-12.pdf>
- Sheppard, K. & D.M. Robbins (2006): Chemistry, the terminal science? The impact of the high school science order on the development of U.S. chemistry education, *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, No. 11, 1617-1620.
- Šišović, D. (2005): Postignuće učenika iz hemije; u R. Antonijević i D. Janjetović (prir.): *TIMSS 2003 u Srbiji* (215-245). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- The Ontario Curriculum Grades 1–12 Achievement Charts (2004). Ministry of Education.
- The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science. Retrieved 1999 from the World Web Wide www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science.html
- The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science. Retrieved 2000 from the World Web Wide <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science.html>
- Tomašević, B., D. Trivić i S. Bojović (2007): Ciljevi obrazovanja u oblasti prirodnih nauka i hemije u srednjoj školi – I deo, *Pedagogija*, 62, 644-656.
- Tomašević, B., D. Trivić i S. Bojović (2008): Ciljevi obrazovanja u oblasti prirodnih nauka i hemije u srednjoj školi – II deo, *Pedagogija*, 63, 261-273.

Примљено: 06.08.2009; прихваћено за штампу 29.09.2009.

Biljana Tomašević, Dragica Trivić and Snežana Bojović
CURRICULUM AS A SUPPORT TO INVESTIGATIVE APPROACH
IN LEARNING CHEMISTRY

Abstract

One of the main reasons for low achievement of our students in international tests is the lack of functional, applicable knowledge. Formation of such knowledge demands changing the usual way of implementation of instruction (transfer of ready-made knowledge) to learning through performing simple research and practical work. Considering the fact that instruction, as an organised process, takes place in frameworks determined in advance, which are arranged and regulated on the national level by curricula, it is assumed that this kind of approach must originate precisely from curricula, which is not the case in our educational practice. The goal of this paper was to determine the way in which this kind of approach in instruction and learning of chemistry can be supported by the curriculum, in order for it to become a part of regular teaching practice on the national level. The paper presents how different structural components of curricula from eight different educational systems (four European countries, one Asian country, two American federal states and one Canadian province) are used to promote and support the importance of research work in instruction and learning of chemistry. The curricula from Slovenia, England, Denmark, Malta, Singapore, North Carolina, Utah and Ontario were analysed in order to determine the kind of information they offer within structural components and accordingly, the way in which each component promotes research approach to learning chemistry, how it guides the teacher in planning such activities in the classroom, organisation and performing instruction, monitoring and evaluating students' achievements.

Key words: curriculum, goals, outcomes, standards, monitoring and evaluating students' accomplishment.

Билјана Томашевић, Драгица Тривић и Снежана Бојовић
КУРИКУЛУМ КАК ПОДДЕРЖКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ПОДХОДУ
В ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ

Резюме

Одной из главных причин незначительных результатов наших учеников на международных конкурсах является отсутствие функционального, применимого знания. Формирование таких знаний требует изменение привычной манеры реализации учебы (передача готовых знаний) и организацию учебы путем выполнения несложных исследований и практической работы. Учитывая тот факт, что обучение, как организованный процесс проводится в предварительно установленных рамках, которые на национальном уровне налаживаются и регулируются учебными программами, подразумевается, что такой подход должен произойти именно из учебных программ, чего нет в нашей учебной практике. Целью данной работы было установить каким способом такой подход в преподавании и изучении химии можно было бы поддержать учебной программой в целях его становления частью регулярной учебной практики на нацио-

нальном уровне. В работе представлено каким образом при помощи различных структурных компонентов курикулума, из восьми различных образовательных систем (четырёх европейских государств, одного азиатского государства, двух американских штатов и одной канадской области) презентуется и поддерживается важность исследовательской работы в преподавании и изучении химии. Курикулумы Словении, Англии, Дании, Мальты, Сингапура, Северной Каролины, Юты и Онтарио подвергнуты анализу для того, что бы установить какие информации они предоставляют в рамках структурных компонентов и, следовательно, каким образом каждый из компонентов представляет исследовательский подход в изучении химии, каким образом руководит преподавателем в планировании таких активностей в классе, в организации и проведении занятий, наблюдению за достижениями школьников и их оценки.

Ключевые слова: курикулум, цели, результаты, стандарты, наблюдение и оценка достижений учеников.